

3/ beton 2300 kg/m<sup>3</sup>

4/ podtorze łącznie z podkładami i szynami 2000 kg/m<sup>2</sup>

Obciążenie ruchome odgrywa stosunkowo mniejszą rolę wobec tych poważnych cyfr, w jakich wyraża się obciążenie stałe. Wagę parowozu, czy też wozów ciężkich /względnie: innych miarodajnych wehikułów/ - rozkłada się równomiernie na powierzchnię podstawy, uwzględniając to, że poprzez piasek, jak również przez warstwę tłucznia, czy też żwirówki - ciśnienie rozchodzi się pod kątem 45°.

-----

Kształt sklepienia, czyli rodzaj i długość łuku, oraz wielkość promienia i strzałki - są to kwestje pierwszorzędnej wagi dla mostów sklepionych. Od dobrze zaprojektowanego kształtu zależy w pewnej mierze, czy sklepienie wytrzyma, czy też nie wytrzyma danego obciążenia.

W zagadnieniu, o którym mowa, najważniejszą rolę odgrywa wolna wysokość, jaką rozporządzamy. W zależności od niej, łuk musi być bardziej lub mniej płaskim. Granice stosunku  $f/l$  są jednak dosyć duże, za minimum należy uważać  $1/15$ ; maximum może być  $\geq \frac{1}{4}$ . Zbyt płaski łuk, oczywiście, jest niekorzystny dla przyczółków, które muszą wtedy wytrzymywać nadmierne parcie poziome. Poza wysokością wogóle, jaką

rozporządzamy, liczyć się musimy jeszcze z poziomem, na jakim mogą być w danym wypadku umieszczone wezgiowania sklepienia. Miarodajne tu będą warunki przepływu wody pod mostem, - względnie; potrzebna wysokość oraz światło dla przejazdu wozów, jeżeli mamy do czynienia z wiaduktem.

W pierwszym wypadku mamy wskazówkę taką, że między wezgiowiem, a lustrem spiętrzonej wody, pożądane żeby pozostawało co najmniej  $1/2$  metra przy płaskich sklepieniach, zaś ok. 1 metr. - przy stromych. Gdyby to było niezachowane, to w każdym razie zwornik musi wznosić się ponad poziom spiętrzonej wody przynajmniej na 0,5 do 1 mtr.

W drugim wypadku trzeba mieć na uwadze, że przy nisko opuszczonych wezgiowiach wytwarza się pod nimi martwa przestrzeń, bezużyteczna dla przejazdu. Tego należy unikać.

Dalszym zagadnieniem, które musimy rozwiązać przy ustalaniu skicu mostu kamiennego, - jest takie czy inne połączenie łuku z przyozólkami i kształt tych ostatnich.

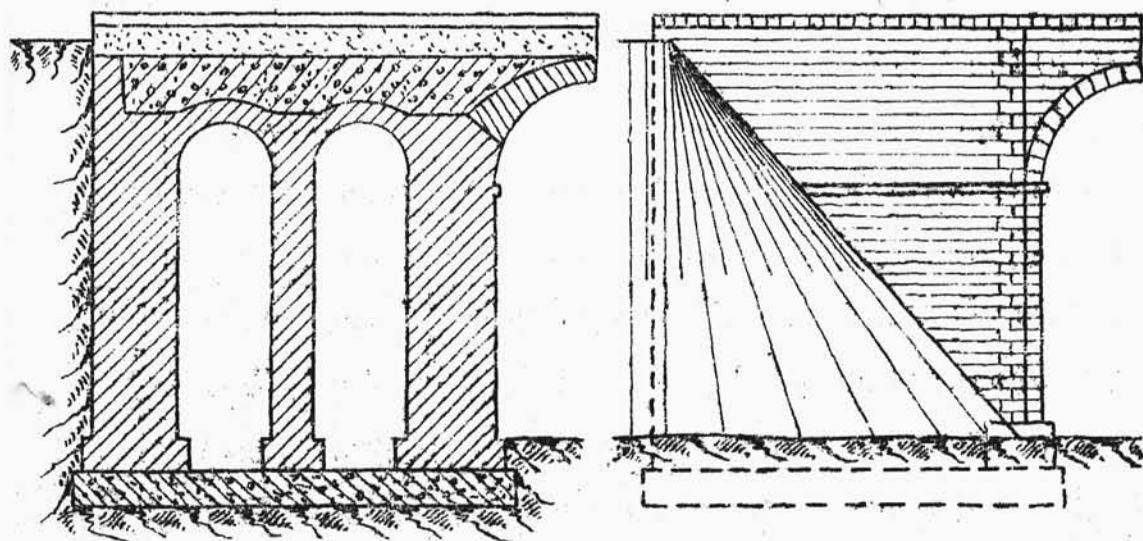
Ogólnych reguł na to, ani nawet konkretnych wskazań - dać nie można; w każdym poszczególnym wypadku rozwiązujemy wspomniane zagadnienie stosownie do warunków, a mianowicie w zależności: od wysokości nasypu; od tego czy łuk jest bardziej płaski, czy bardziej

strome; od tego, czy zależy nam na wykorzystaniu przestrzeni podsklepieniowej, czy też nie, i t.d. Wchodzi przytem w grę względy konstrukcyjne, użytkowe, a nawet estetyczne. Istnieją jednak pewne określone typy połączeń sklepienia z przyczółkiem. Niżej przytoczone są niektóre z nich tytułem przykładu:

I. Przedewszystkiem więc mamy szereg rozwiązań o krótko obciążeniu sklepienia: 1/ stosunkowo wypukły łuk przy wysokim przyczółku /rys. 257/; węgłowie tuż zaraz przy zetknięciu się z tym ostatnim. Jest to wiadukt, gdzie chodzi o wykorzystanie miejsca

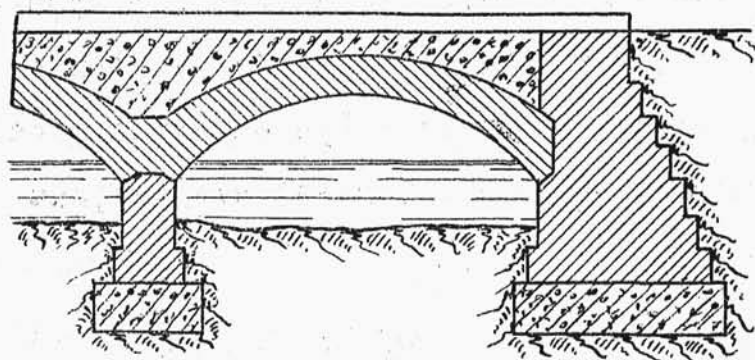
*Przekrój.*

*Widok boczny.*



*Rys. 257.*

pod sklepieniem. Celem zmniejszenia objętości muru w masie przyczółka pozostawione są puste sklepione galerje. Motyw ten, jak zobaczymy, stosowany jest bardzo często w analogicznych wypadkach; 2/ podobne rozwiązanie, ale przy średniej wysokości przyczółka i sklepieniu płaskim /rys.258/ ; o wykorzystanie przestrzeni pod mostem nie chodzi tu wcale; 3/ taki sam

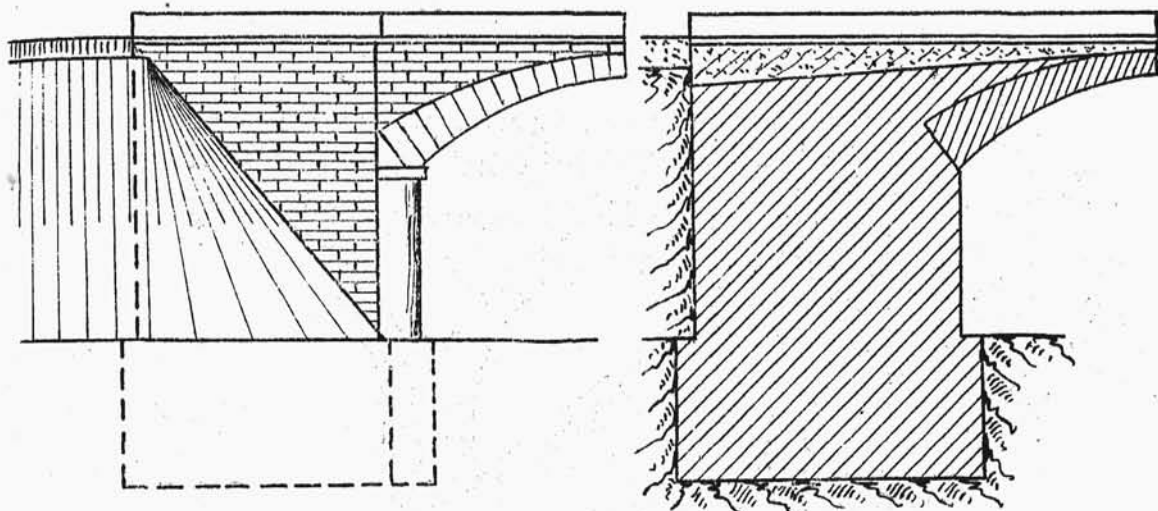


*Rys. 258.*

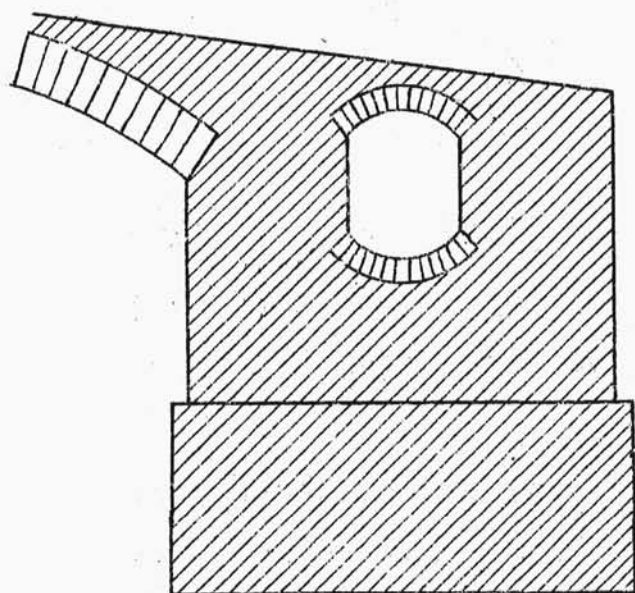
motyw przy niskich masywnych przyczółkach /rys.259/; 4/ odmiana takiego samego rozwiązania, ale z galerją

poprzeczną w przyczółku dla zmniejszenia objętości muru /rys.260/; 5/ podobne, ale bardziej jeszcze w kierunku zmniejszenia objętości muru posunięte rozwiązanie - przy większej wysokości nasypu /rys.261/.

II. Może być następnie szereg rozwiązań o sklepieniu nisko opuszczonem, wspierajacem się na własnej podmurówce fundamentowej, przyczem, boczne ścianki albo pozostają na całej wysokości - albo też - przy wysokoś-

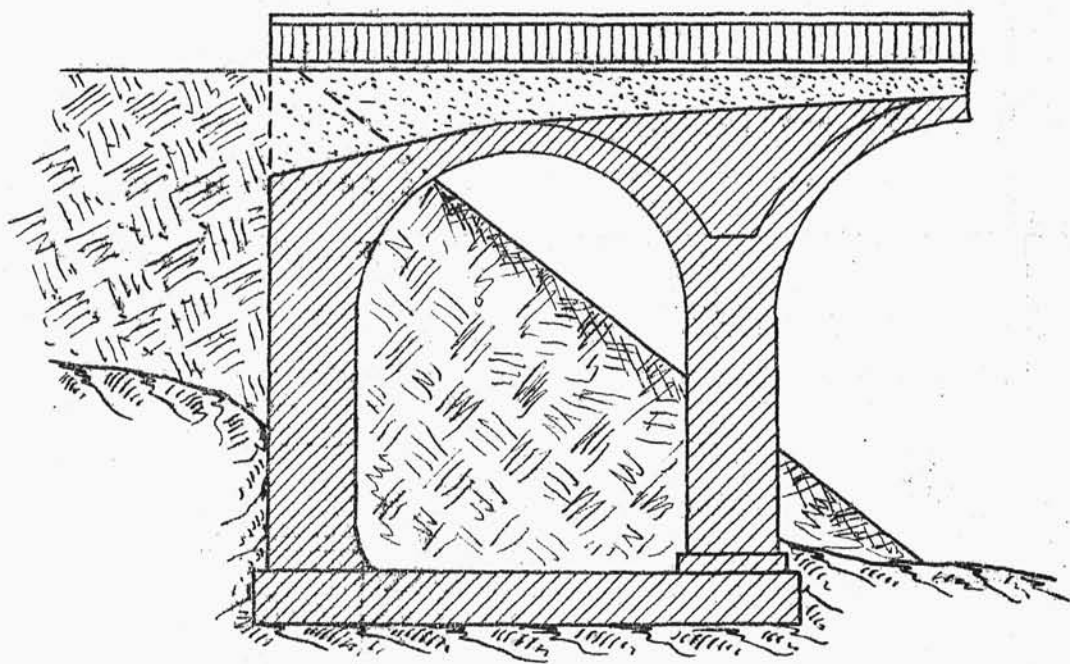


*Rys. 259.*



*Rys. 260.*

ci zwłaszcza  
ponad 5 mtr. -  
ścianki te są  
tylko w górnej  
części, dół  
zaś jest bez  
skrzydeł, które  
zanikają w ten  
sposób zupeł-  
nie; przyczółek  
projektujemy  
wtedy jako jąd-  
ro tkwiące w na-



*Rys. 261.*

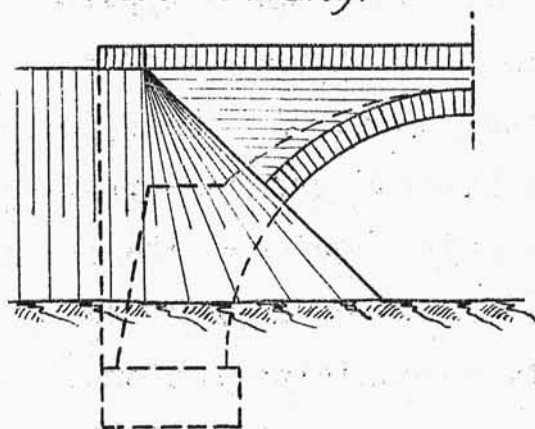
sypie i utworzone najczęściej dla zmniejszenia objętości mura - z oddzielnych słupów, połączonych arkadami, albo podłużnymi, albo poprzecznymi.

A więc:

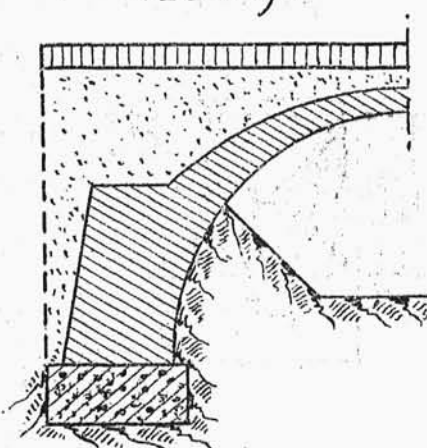
1/ wypukły łuk i niski przyczółek; obsypujący go nasyp wolnym puszczonego stoku, oczywiście, o wyzyskaniu przestrzeni podsklepieniowej nie chodzi /rys. 262/; boczne ścianki - na całej wysokości, tworzą jakby akrydła; może być również podobne rozwiązanie, ale



Widok boczny.

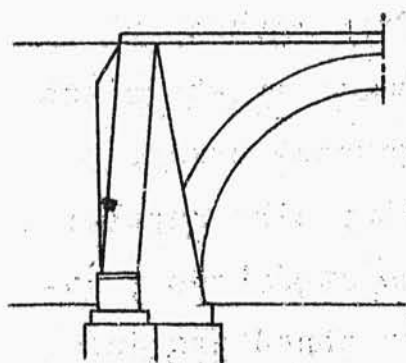


Przekrój.



Rys. 262.

z całkowitym przyczółkiem i z prawidłowymi sarzyciami, jak na rys. 263.

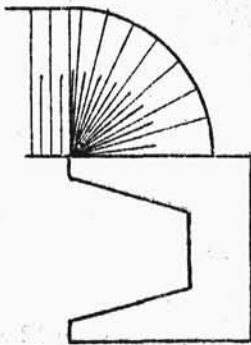
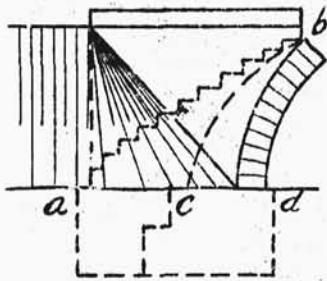


Rys. 263.

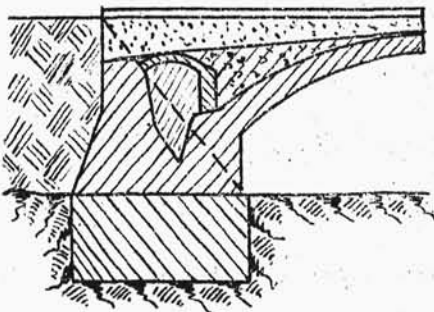
2/ Podobny typ, ale bardziej zdecydowanie przekształcony w kierunku zamiany środkowej ściany oporowej przyczółka na dalszy ciąg sklepienia *bcd* (rys. 264); figura *bac* oznacza wypełnienie szlakowym betonem.

Należy zauważyć, że konstrukcja podobna, jak również i poprzednia, - łatwo jest wykonalną tylko przy małej wysokości. Przy więk-

szych - powstają coraz większe trudności z wypeł-



*Rys. 264.*



*Rys. 265.*

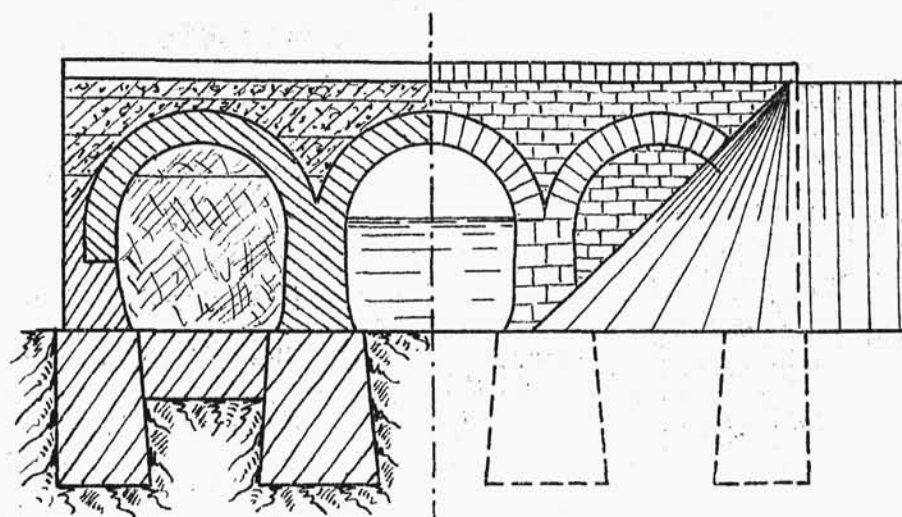
nieniem przestrzeni między bocznymi ścianami, której wszak zawalać gruntem sypkim nie wypada, ponieważ wtedy boczne ściany musiałyby być u dołu znacznie pogrubić.

To też zaczynamy tu już stosować odciążające sklepienie na słupach, jak np. na rys.

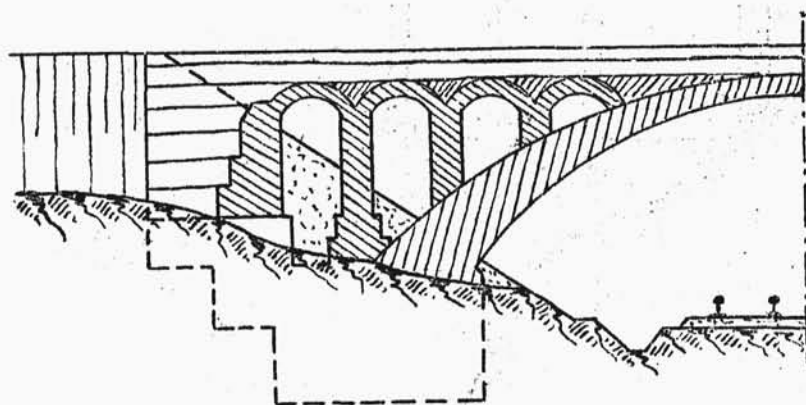
265, albo na rys. 266, które przedstawia przykład zwłaszcza oryginalnego rozwiązania konstrukcji przyczółka.

Przy większych jeszcze wysokościach odrzucamy boczne ściany albo zupełnie, albo częściowo i dajemy ponad zasadniczym sklepieniem łuki na słupach, jak na rys. 267, albo na rys. 268. W dalszym rozwoju podobnych

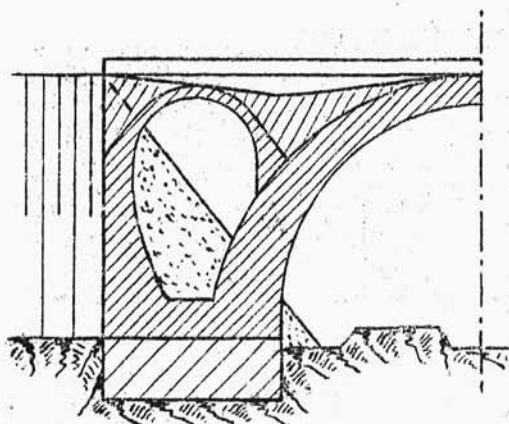




*Rys. 266,*



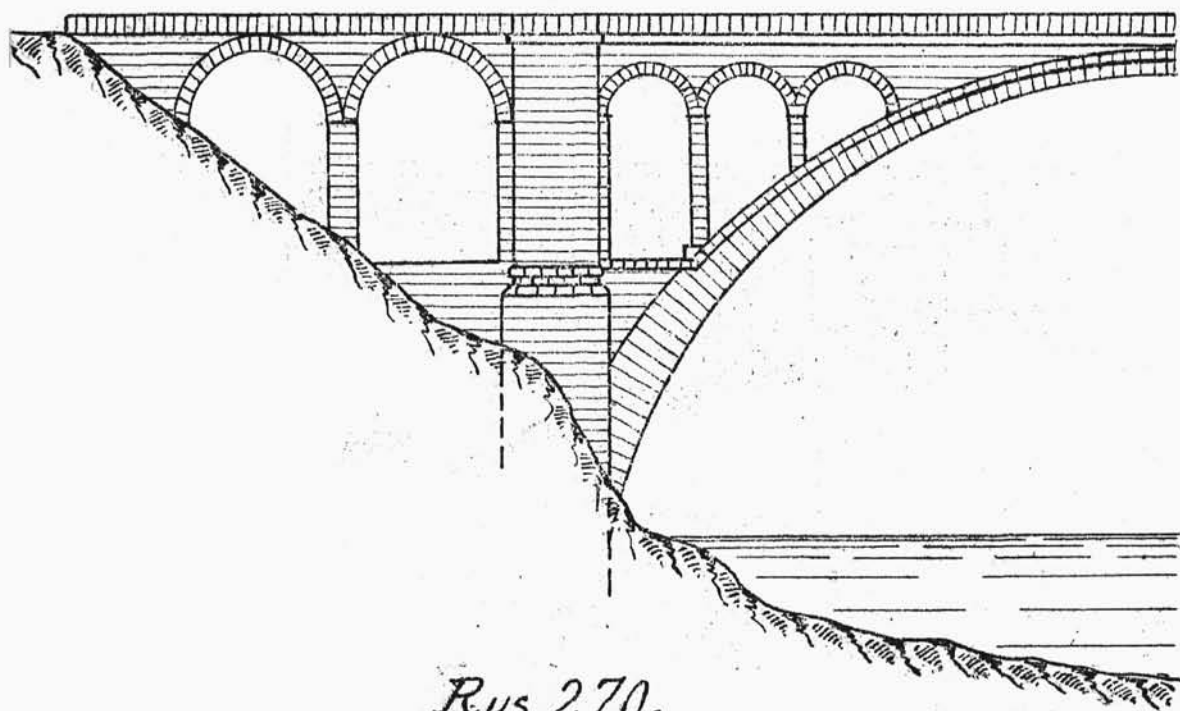
*Rys. 267.*



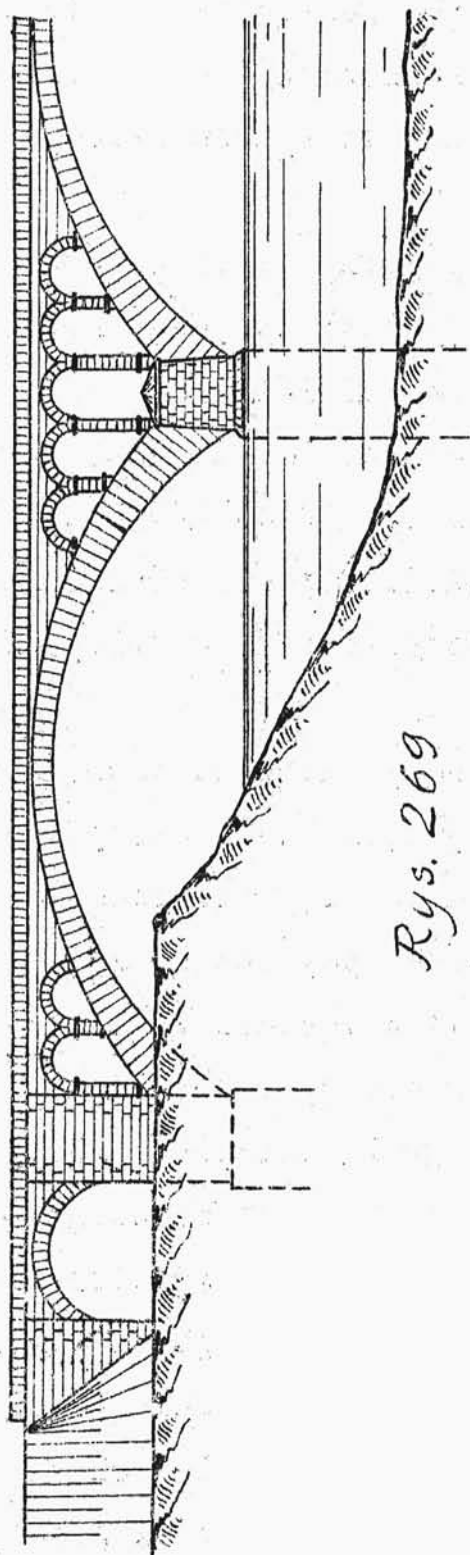
*Rys. 268*

form - przy bardzo wysokich i odpowiednio długich przyczółkach, dochodzimy do bardzo pięknych typów i śmiałych konstrukcji, w rodzaju jak na rys. 269, 270, 271 i t.d.

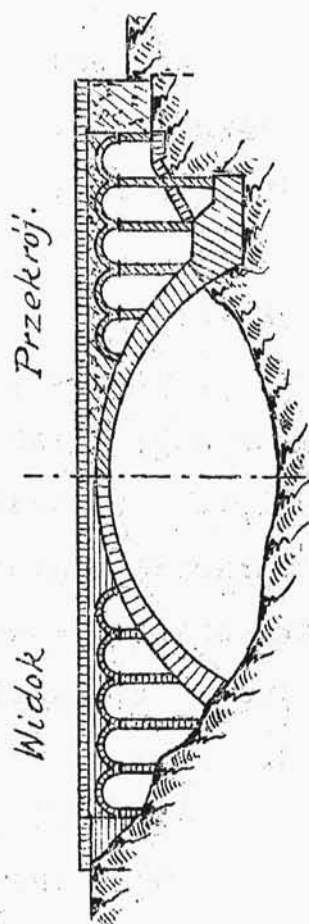
Jak już wspom-



*Rys. 270.*



Rys. 269



Przekrój.

Widok

Rys. 271.

niano, przy projektowaniu mostów kamiennych, specjalną uwagę trzeba zwracać na udatny wybór kształtu sklepienia. Przedewszystkiem, zasadniczo, jeżeli chodzi o

rodzaj krzywej, według której możemy zakreslić kontur tak wewnętrzny, jak i zewnętrzny poprzecznego przekroju sklepienia, to mamy do wyboru następujące formy:

a/ łuk kołowy - rzadziej pełny czyli w postaci połowy koła, częściej - w postaci odcinka, najlepiej o strzałce w granicach od  $1/4$  do  $1/10$ ,

b/ elipsa - przeważnie w postaci odcinka, najczęściej o strzałce w granicach od  $1/3$  do  $1/5$ ,

c/ krzywa koszykowa - bardzo często stosowana w praktyce - przeważnie, oczywiście, do sklepień płaskich.

Poza wymienionymi - może być używana jeszcze parabola. Mogą być wreszcie projektowane sklepienia w kształcie dwu przecinających się u wierzchołka symetrycznych odcinków: koła, elipsy lub koszykowej krzywej. - Jest to kombinacja w mostach względnie mało praktykowana. Strzałka wtedy bywa zwykle duża, często  $> \frac{1}{2}$  albo i nawet  $> 1$  /sklepienie gotyckie/. Co się tyczy zewnętrznego konturu poprzecznego przekroju sklepienia, to ten czasami jest koncentryczny z wewnętrznym, przeważnie jednak odbiega od tegoż - mianowicie rozchodząc się z nim w kierunku ku węzłom, co zwłaszcza ma miejsce w sklepieniach bardziej obciążonych. Z powyższem jest w związku kwestja gru-

bości sklepienia. Zadajemy ją sobie przedewszystkiem w zworniku i na podstawie pewnych wzorów empirycznych, jak naprzykład:

$$d = 0,035(l - 10) + 0,4 \text{ m.}$$

gdzie  $l$  i  $d$  w mtr.

Inny znów wzór /Croizette-Desnoyers/ podaje:

$$d = 0,15 + 0,15 \sqrt{2R} \quad \text{dla mostów drogowych,}$$

$$\text{i } d = 0,20 + 0,17 \sqrt{2R} \quad \text{dla mostów kolejowych,}$$

gdzie  $R$  - oznacza promień krzywej wewnętrznej.

Stopniowe zwiększanie się grubości sklepienia - w kierunku od zwornika ku wezłowiom można uwarunkować jak niżej. Jeżeli oznaczymy przez  $d_0$  grubość w spoinie, która odpowiada:

a/ w wypadku łuku kołowego pełnego - płaszczyźnie, nachylonej o  $30^\circ$  do poziomemu; b/ w wypadku odcinka kołowego - samemu wezłowiowi; c/ w razie elipsy /względnie koszykowej krzywej/ - w połowie wysokości sklepienia, -

to stosunek  $d^\circ/d$  będzie wyrażać się jak niżej:

1/ dla punktu  $a$  :  $d^\circ/d = 2$

2/ dla punktu  $b$  :  $d^\circ/d$  w granicach od 1,80 do 1,10 , - w zależności od strzałki, przypuszczając, że ta ostatnia zmienia się od 1/4 do 1/10.

3/ dla punktu  $C$  :  $\frac{d^0}{d}$  od 1,80 do 1,40, przypuszczając, że strzałka waha się w granicach od  $1/3$  do  $1/5$ .

Oczywiście, dalej od wymienionej spoiny w kierunku na dół - jeżeli mamy do czynienia z pełnym kołem, lub elipsą, - grubość sklepienia zwiększa się w dalszym ciągu w zależności od przyjętego konturu krzywej zewnętrznej. Tu potrącić wypada o kwestję wykreślania najbardziej odpowiedniego dla danego sklepienia - kształtu osi jego poprzecznego przekroju. Jest to sprawa najbardziej podstawowa dla projektowania mostów kamiennych i zarazem najtrudniejsza. Rozwiązanie tego zadania - zwłaszcza oczywiście dla sklepień większych rozpiętości /ponad 10 mtr./ - powinno być wynikiem szeregu kolejnych prób, połączonych za każdym razem z wyznaczeniem /przybliżeniem/ tak zwanej "linji ciśnień". Tę ostatnią rozumieć należy w sposób następujący: Sklepienie możemy sobie wyobrazić jako składające się z dowolnej ilości wycinków, utworzonych przez szereg płaszczyzn, prostopadłych do powierzchni jego przekroju poprzecznego i jednocześnie normalnych do krzywej wewnętrzznego konturu tego ostatniego. Te wycinki nazywamy klinami, płaszczyzny zaś ich wzajemnego stykania się - spoinami. W tych ostatnich powstają pewne naprężenia, które są wynikiem działa-

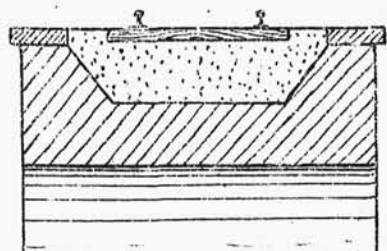


nia na sklepienie danego układu sił zewnętrznych i które muszą mieć w każdej spoinie jakąś wypadkową, posiadającą jakiś określony punkt zaczepienia. Geometryczne miejsce tych punktów nazywamy często krzywą ciśnień. O sposobach wykreślenia tej krzywej będzie mowa niżej. Tu wystarczy zaznaczyć, że dla uniknięcia w sklepieniu naprężeń wyciągających koniecznem jest, ażeby geometryczna oś sklepienia była jeżeli nie identyczną, to w każdym razie możliwie bliską do konturu i położenia wspomnianej linii ciśnień i dlatego właśnie wskazanem jest, aby ją zgóry już ustalono odpowiednią drogą prób, o których wyżej. Jako wskazówkę ogólną dla orientacji wstępnej, przyjąć możemy zasadę, że dla sklepień bardziej płaskich dobrze jest zadawać oś geometryczną w postaci przebiegu łuku kołowego; dla bardziej wypukłych - wybieramy krzywą eliptyczną albo koszykową.

Niezależnie od przybliżonego ustalenia *à priori* grubości sklepienia oraz jego kształtu - wypada określić również i inne elementy mostu, względnie przepustu kamiennego. W tym względzie kierować się można następującymi wskazówkami:

W przekroju poprzecznym wewnętrzną szerokość ko-

ryta w świetle /rys.272/ w mostach kolejowych - równa się długości podkładów  $\alpha$ .



*Rys. 272.*

powiększonej o jakieś 25 - 30 cm. z każdego końca. - Grubość bocznych ściamek u góry wynosi mniej więcej po 40-50 cm. W mostach drogowych, wymiar koryta wewnątrz będzie zależał od

szerokości jezdni i chodników.

Odrobienie lica, tudzież kształt i rodzaj balustrad, jak również odrobienie wewnętrznej powierzchni sklepienia, zależy od przeznaczenia mostu i od względów estetycznych.

Powyższe wszystkie uwagi odnośnie do łączenia się sklepień z przyczółkami, do kształtu sklepień i do przekroju poprzecznego konstrukcji - dotyczyły, oczywiście, mostów właściwych. Stosowne uwagi, dotyczące przepustów, będą podane osobno w samym końcu.

Przechodząc do sposobów bliższego ustalania kształtu i wymiarów sklepień tak mostów, jak i przepustów, należy przedewszystkiem wyjaśnić wielkość i położenie wszystkich działających sił zewnętrznych.

I. Na obciążenie stałe składają się naogół: a/ waga własna sklepienia, b/ waga ziemi nad sklepieniem. ewent. - oprócz tego - waga betonu w pachwinach, c/ waga jezd-